

**Boletim de Pesquisa**

ISSN 0100-8102

Ministério  
da Agricultura  
e do Abastecimento

Número, 192

**Dezembro, 1998**

# **CARÊNCIA DE MACRONUTRIENTES EM PLANTAS DE QUINA**

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Presidente  
Fernando Henrique Cardoso

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO  
Ministro  
Francisco Sérgio Turra

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA  
Presidente  
Alberto Duque Portugal

DIRETORES  
Dante Daniel Giacomelli Scolari  
Elza Ângela Battaglia Brito da Cunha  
José Roberto Rodrigues Peres

CHEFIA DA EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL

Emanuel Adilson Souza Serrão – Chefe Geral  
Jorge Alberto Gazel Yared – Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento  
Antonio Carlos Paula Neves da Rocha – Chefe Adjunto de Apoio Técnico  
Antonio Ronaldo Teixeira Jatene – Chefe Adjunto de Administração

# **CARÊNCIA DE MACRONUTRIENTES EM PLANTAS DE QUINA**

Ismael de Jesus Matos Viégas  
Janice Guedes de Carvalho  
Olinto Gomes da Rocha Neto  
Edson Artiaga de Santiago



Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:

Embrapa-CPATU

Trav. Dr. Enéas Pinheiro, s/n

Telefones: (091) 246-6653, 246-6333

Telex: (91) 1210

Fax: (091) 226-9845

e-mail: cpatu@cpatu.embrapa.br

Caixa Postal, 48

66095-100 – Belém, PA

Tiragem: 200 exemplares

#### Comitê de Publicações

Leopoldo Brito Teixeira – Presidente

Antonio de Brito Silva

Exedito Ubirajara Peixoto Galvão

Joaquim Ivanir Gomes

Oriel Filgueira de Lemos

Eduardo Jorge Maklouf Carvalho

Maria do Socorro Padilha de Oliveira

Célia Maria Lopes Pereira

Maria de N. M. dos Santos – Secretária Executiva

#### Revisores Técnicos

Emmanuel de Souza Cruz – Embrapa-CPATU

George Rodrigues da Silva – FCAP

Quirino A. de Carmello – ESALQ/USP

Ronaldo Ivan Silveira – ESALQ/USP

#### Expediente

Coordenação Editorial: Leopoldo Brito Teixeira

Normalização: Célia Maria Lopes Pereira

Revisão Gramatical: Maria de Nazaré Magalhães dos Santos

Composição: Euclides Pereira dos Santos Filho

VIÉGAS, I. de J.M.; CARVALHO, J.G. de; ROCHA NETO, O.G.da; SANTIAGO, E.A.de. **Carência de macronutrientes em plantas de quina.** Belém: Embrapa-CPATU, 1998. 31p. (Embrapa-CPATU. Boletim de Pesquisa, 192).

1. Quina – Deficiência nutricional. I. Carvalho, J.G. de, colab. II. Rocha Neto, O.G. da, colab. III. Santiago, E.A. de, colab. IV. Embrapa. Centro de Pesquisa Agroflorestral da Amazônia Oriental (Belém, PA). V. Título. VI. Série.

CDD: 583.520413354



## S U M Á R I O

<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>7</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>7</b>
Local.....	7
Semeadura e transplante .....	8
Delineamento experimental e tratamentos .....	8
Condução do experimento e variáveis avaliadas.....	9
Análise química de tecido .....	10
Análise estatística .....	10
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>11</b>
Sintomatologia das deficiências .....	11
Crescimento .....	15
Concentração de nutrientes.....	18
<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>27</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>28</b>

# CARÊNCIA DE MACRONUTRIENTES EM PLANTAS DE QUINA

Ismael de Jesus Matos Viégas<sup>1</sup>

Janice Guedes de Carvalho<sup>2</sup>

Olinto Gomes da Rocha Neto<sup>3</sup>

Edson Artiaga de Santiago<sup>4</sup>

**RESUMO:** A quina (*Quassia amara* L.) é uma planta medicinal que ocorre naturalmente no Estado do Pará, Brasil, nos municípios de Moju e Marapanim. É muito usada pelas populações mais carentes para combater a febre humana de várias origens. É também utilizada como inseticida, principalmente no combate aos gafanhotos. A quina, pelas suas propriedades, pode ter o potencial econômico evidenciado, se cultivada de forma racional. Para tanto, é de fundamental importância que estudos visando à domesticação da espécie sejam realizados, dentre os quais, aqueles com relação à nutrição mineral. O experimento foi instalado em casa de vegetação da Embrapa Amazônia Oriental, com os seguintes objetivos: analisar o crescimento da quina através da produção de matéria seca; obter um quadro sintomatológico das deficiências; e, determinar os teores dos macronutrientes nas folhas superiores e inferiores, no caule e nas raízes. Manifestados os sintomas de carência de nutrientes, as plantas foram coletadas e separadas em folhas superiores e inferiores, caule e raízes. Os tratamentos que mais afetaram a produção de matéria seca da quina foram as omissões individuais de nitrogênio, cálcio e enxofre, quando comparados com o tratamento completo. A omissão de fósforo provocou redução de matéria seca apenas nas folhas novas, e o aumento nas raízes. Com base nas concentrações dos macronutrientes nas folhas superiores e inferiores do tratamento completo (adequado) e do deficiente, definiram-se os níveis adequado e deficiente dos macronutrientes, como sendo: a) Adequado (g/kg): 15,0 - 16,4 de N; 1,1 - 1,9 de P; 13,3 - 15,7 de K; 5,5 - 5,7 de Ca; 1,3 - 1,8 de Mg; 2,3 - 2,6 de S; b) Deficiente (g/kg): 9,3 - 12,5 de N;

---

<sup>1</sup>Eng.- Agr., Doutor, Prof. Visitante da FCAP, Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal 48, CEP 66017-970, Belém, PA.

<sup>2</sup>Profa. Dra. UFLA. Departamento de Ciência do Solo. Caixa Postal 37, CEP 37200-000, Lavras, MG.

<sup>3</sup>Eng.- Agr., Doutor. Embrapa Amazônia Oriental.

<sup>4</sup>Eng.- Agr., Embrapa Amazônia Oriental.

0,4 - 0,7 de P; 0,5 - 3,2 de K; 4,8 - 5,2 de Ca; 0,8 de Mg; 1,3 - 1,9 de S. Estes resultados demonstraram, a princípio, que a quina é uma planta medicinal exigente em nitrogênio e potássio. Com exceção do fósforo, os sintomas de deficiência apresentaram-se bem definidos.

Termos para indexação: quina, planta medicinal, carência de macronutrientes, nutrição.

## **MACRONUTRIENTS DEFICIENCY IN PLANTS OF QUINA**

**ABSTRACT:**The quina (*Quassia amara* L.) is a medicinal plant that grows naturally in Pará State - Brazil. It is widely used by the poor people to combat fever. It is also used as insecticide mainly in grasshoppers combat. Due to these properties this plant can also be used more efficiently if it is rationally cultivated. Then, studies aiming adaptation to economical cultivation are of immediate need, Knowledge on nutritional requirement of the plant is of fundamental importance for rational exploration of cultivated plant species. Using the missing element technique this experiment studied the effect of macronutrients deficiency on the dry matter production and macronutrient concentration in the leaves stem and roots of quina. Symptoms of nutrient deficiency were also observed and at this time plants were collected. Great decrease in dry matter yield were observed when N, Ca and S were omitted from the nutrient supply. Omission of P decreased dry matter of upper leaves and increased root mass. This effect leads to a decrease in the shoot/root ratio. Based upon macronutrients concentration of old and new leaves of the complete and deficiency treatments adequate and deficient nutrient levels were defined as following: a) adequate (g/kg) 15.0 - 16.4 N; 1.1 - 1.9 P; 13.3 - 15.7 K; 5.5 - 5.7 Ca; 1.3 - 1.8 Mg; 2.3 - 2.6 S; b) deficient (g/kg) 9.3 - 12.5 N; 0.4 - 0.7 P; 0.5 - 3.2 K; 4.8 - 5.2 Ca; 0.8 Mg; 1.3 - 1.9 S. The results indicate that quina is highly exigent in N and K.

**Index terms:** quina, medicinal plant, macronutrients deficiency, nutrition.



## INTRODUÇÃO

A quina (*Quassia amara* L.) é uma planta medicinal pertencente à família *Simarubaceae*, de ocorrência natural no Estado do Pará, Brasil, principalmente nos municípios de Moju e Marapanim. É bastante utilizada pelas populações pobres como antitérmico.

Resultados de estudos fitoquímicos realizados por Roark (1947) e Seiferle & Freal (1965) mostraram o poder inseticida da quina. Na área agrônômica, apenas o trabalho de Carvalho & Soares (1985) relatam a eficiência da quina no controle do gafanhoto.

Devido às suas propriedades medicinais e inseticidas, a quina pode ter o potencial econômico evidenciado, se cultivada de forma racional. Para tanto, estudos visando domesticação da espécie são de fundamental importância, dentre os quais aqueles com relação à nutrição mineral. O conhecimento dos sintomas de deficiências nutricionais constitui uma das ferramentas básicas em estudos de nutrição. Com o objetivo de avaliar o efeito da omissão de macronutrientes na solução nutritiva sobre a produção de matéria seca, concentração de nutrientes e sintomatologia das deficiências, foi realizado este experimento sob condições de casa de vegetação na Embrapa Amazônia Oriental.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Local

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, PA.



## Semeadura e transplante

Foram utilizadas sementes de quina (*Quassia amara* L.) procedentes do município de Moju, PA. As sementes foram semeadas em canteiros contendo uma mistura de terra preta e serragem na proporção de 1:1. Quando as plantas apresentaram quatro folhas bem definidas ou quando completaram quinze dias de idade, foram selecionadas e transplantadas, colocando-se uma muda em cada vaso.

## Delineamento experimental e tratamentos

O experimento foi instalado no delineamento de blocos ao acaso, com sete tratamentos e quatro repetições, perfazendo o total de 28 parcelas experimentais. Os tratamentos foram:

Completo (macronutrientes + micronutrientes)	Comp.
Omissão de Nitrogênio .....	- N
Omissão de Fósforo .....	- P
Omissão de Potássio.....	- K
Omissão de Cálcio.....	- Ca
Omissão de Magnésio .....	- Mg
Omissão de Enxofre.....	- S

A solução nutritiva foi a de Bolle-Jones (1954) modificada. Na Tabela 1 consta a composição química das soluções utilizadas nos tratamentos, durante a condução do experimento.

**TABELA 1. Composição química da solução nutritiva (mL.L<sup>-1</sup>) utilizada no experimento.**

Solução estoque	Concentração	Tratamentos						
		Completo	-N	-P	-K	-Ca	-Mg	-S
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	M	1	1	-	1	1	1	1
Ca <sub>2</sub> (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> 4H <sub>2</sub> O	M	2	-	2	2	-	2	2
KNO <sub>3</sub>	M	1	-	1	-	1	3	1
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	M	2	2	2	-	2	3	-
MgSO <sub>4</sub>	0,5M	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	-	-
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	M	1,5	-	1,5	2	2,5	2	-
CaSO <sub>4</sub> 2H <sub>2</sub> O	0,01M	-	200	-	-	-	-	-
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	M	-	1	-	-	-	1	1
Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	0,5M	-	-	-	-	-	-	2,5
NaNO <sub>3</sub>	M	-	-	1	-	-	-	-
SOL. A*		1,0	1	1	1	1	1	1
SOL. Fe-EDTA**		1,0	1	1	1	1	1	1

Fonte: Bolle-Jones (1954) adaptada pelos autores.

\*Composição da solução A: 412 mg de H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>; 1750 mg de MnSO<sub>4</sub>; 250 mg de CuSO<sub>4</sub>. 5H<sub>2</sub>O; 43,1 mg de MoO<sub>3</sub>; 287 mg de ZnSO<sub>4</sub>. 7H<sub>2</sub>O, por litro de solução.

\*\*Composição da solução de Fe-EDTA: 26,1 g de Na<sub>2</sub> - EDTA; 89,2 ml de NaOH N e 24 g de FeSO<sub>4</sub> . 7H<sub>2</sub>O, por litro de solução.

## Condução do experimento e variáveis avaliadas

A unidade experimental correspondeu a uma planta por vaso de plástico, com capacidade para 8 kg do substrato sílica lavada (tipo zero grosso 4). Os vasos foram pintados na parte externa com tinta metálica aluminizada, tendo a finalidade de diminuir a passagem direta da luz intensa e evitar a proliferação de algas. As plantas foram irrigadas diariamente com solução nutritiva completa na diluição de 1:5 com água destilada, durante 30 dias, renovando-se a solução quinzenalmente. Transcorridos os 30 dias, deixou-se percolar água em abundância pelo interior dos vasos, com a finalidade de remover os nutrientes retidos na sílica. Em seguida, foi iniciada a aplicação das soluções, conforme os sete tratamentos estudados.

As soluções nutritivas foram fornecidas por percolação nos vasos e renovadas a intervalos de 15 dias. Teve-se o cuidado de se verificar, diariamente, o volume da solução nos frascos coletores, completando-se o volume para um litro, pela adição de água destilada.

A evolução dos sintomas foi acompanhada e descrita desde o início, até a completa definição, quando então se procedeu a coleta das plantas.

As plantas foram divididas em folhas superiores e inferiores, caule e raízes, lavadas com água destilada e colocadas em estufa com circulação forçada de ar a 70° C, até a obtenção de massa constante. Após a determinação da massa do material seco, procedeu-se a moagem do material em moinho tipo Willey, para análise química de tecido vegetal.

As variáveis avaliadas foram a produção de matéria seca e a concentração dos macronutrientes nas diversas partes da planta.

### **Análise química de tecido**

As determinações de nitrogênio, fósforo, potássio, magnésio e enxofre nas folhas, caule e raízes foram realizadas segundo a metodologia descrita por Malavolta et al. (1989). Os extratos da matéria seca das partes da planta foram obtidos por digestão nitroperclórica, e o nitrogênio determinado pelo método microkjeldahl.

### **Análise estatística**

Os resultados obtidos foram analisados estatisticamente, através da análise de variância e da comparação entre médias, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Sintomatologia das deficiências

Quando a concentração de um determinado nutriente encontra-se abaixo da faixa considerada adequada para o crescimento e produção, diz-se que as plantas estão numa zona de deficiência (Epstein, 1975). Os sintomas de deficiência de um nutriente podem diferir de acordo com a cultura.

Foram realizadas observações por ocasião do aparecimento dos sintomas de deficiências dos macronutrientes, cujas descrições são:

**Nitrogênio** – Os sintomas se iniciaram 35 dias após a omissão do nitrogênio. As folhas mais velhas perdiam gradualmente a coloração verde, tornando-se verde clara. Com a intensificação da deficiência, todas as folhas ficaram amareladas; as plantas pouco desenvolvidas, com folhas pequenas e em número reduzido (Fig. 1).

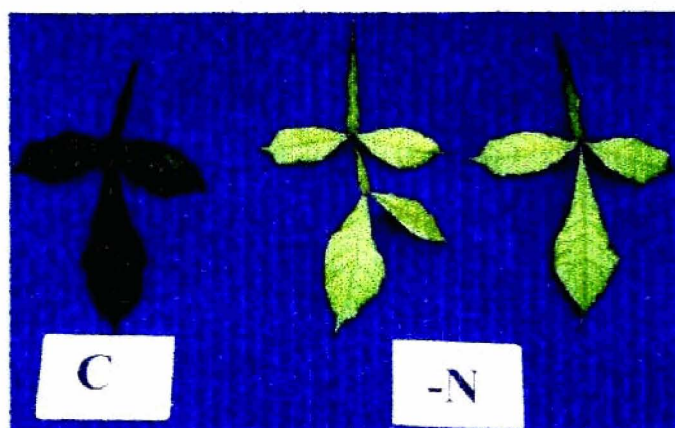


FIG. 1. Folhas de planta de quina, à direita com deficiência de nitrogênio (-N) e à esquerda sem deficiência (C).



**Fósforo** – Os sintomas de deficiência não se manifestaram com muita clareza. Aos 120 dias observou-se uma coloração verde mais intensa nas folhas mais velhas; o sistema radicular apresentou maior volume de raízes grossas, com poucas raízes secundárias.

**Potássio** – A deficiência se manifestou somente aos 100 dias após a omissão do potássio, caracterizada por manchas cloróticas, inicialmente pequenas nas margens e ápices das folhas mais velhas e, posteriormente nas folhas mais jovens. Com a severidade da deficiência essas manchas cloróticas ficaram necróticas (Fig. 2).

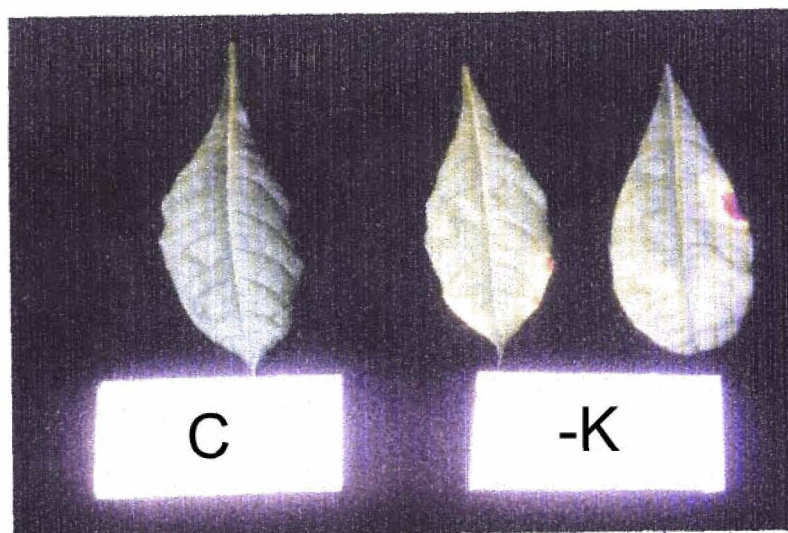


FIG. 2. Folhas de planta de quina, à direita com deficiência de potássio (-K) e à esquerda sem deficiência (C).

**Cálcio** – Os sintomas iniciaram-se 90 dias após o início dos tratamentos, com necrose das folhas novas no estágio inicial de formação, com posterior desprendimento do pecíolo, que se apresentava clorótico, folhas retorcidas e morte do broto terminal. Com a severidade da deficiência ocorreu intensa queda das folhas e coloração marrom do sistema radicular (Fig. 3).

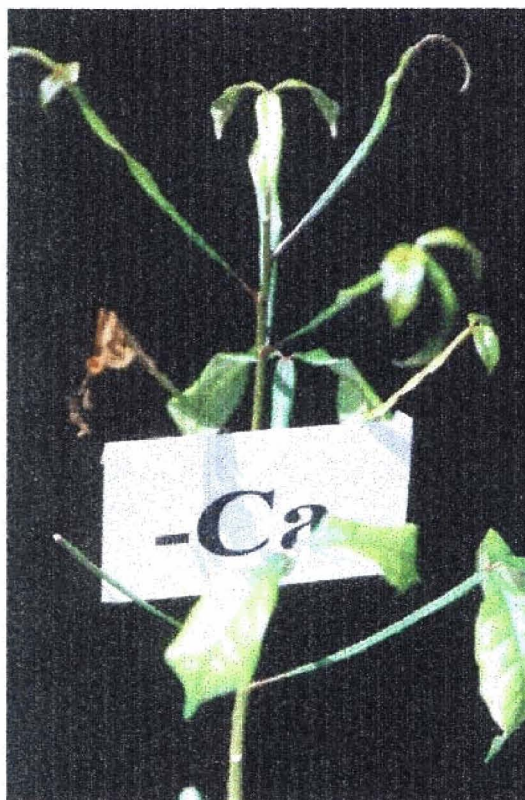


FIG. 3. Folhas de planta quina com deficiência de cálcio (- Ca).

**Magnésio** – Os sintomas iniciaram-se aos 76 dias após o início dos tratamentos, com a clorose entre as nervuras secundárias das folhas mais velhas, sendo mais pronunciada do ápice até a parte mediana da folha. A nervura principal e as secundárias permaneceram verdes. O ápice, os bordos e as folhas apresentaram-se encurvados para baixo. Com a intensificação da deficiência ocorreu a queda das folhas (Fig. 4).

**Enxofre** – Os sintomas de deficiência começaram a aparecer aos 75 dias após a omissão do enxofre. Ocorreu inicialmente uma coloração verde pálida nas folhas jovens, em comparação ao tratamento completo. Com a intensificação da deficiência, todas as folhas adquiriram coloração amarelada (Fig. 5).



FIG. 4. Folhas de planta de quina com deficiência de magnésio.



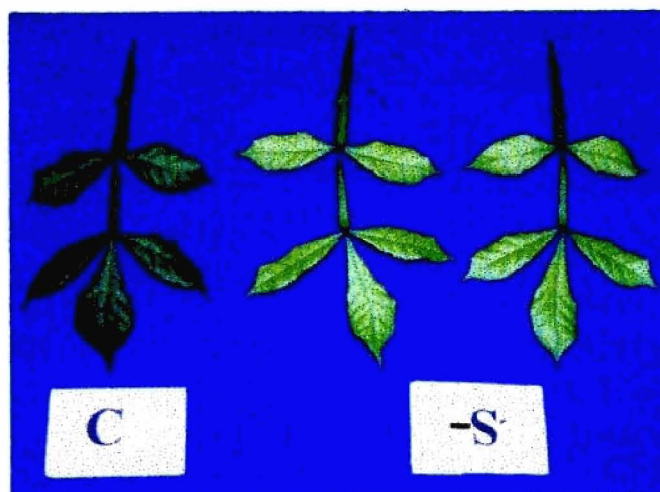


FIG. 5. Folhas de planta de quina, à direita com deficiência de enxofre (-S) e à esquerda sem deficiência (C).

## Crescimento

Os resultados referentes à produção de matéria seca como indicadora do crescimento encontram-se na Tabela 2. Verifica-se que o tratamento completo apresentou peso da matéria seca total de 84,12 g/planta, significativamente superior aos dos demais tratamentos, com exceção do tratamento com omissão de fósforo, com 92,98 g/planta. Os tratamentos que mais afetaram o peso da matéria seca total foram as omissões individuais de nitrogênio, cálcio e enxofre, quando comparados com o tratamento completo.

Os efeitos das omissões dos nutrientes sobre o peso da matéria seca não ocorreram de forma homogênea quando se consideraram as partes da planta. Com relação às folhas superiores, por exemplo, o peso da matéria seca do tratamento completo de 11,28 g/planta foi superior aos dos demais, com exceção do tratamento com omissão de potás-



sio, de 8,21 g/planta, sendo essa variável mais afetada nos tratamentos com omissão de nitrogênio, cálcio, magnésio e enxofre, cujos valores foram 2,84 g/planta, 4,51 g/planta, 4,87 g/planta e 5,78 g/planta, respectivamente.

TABELA 2. Produção da matéria seca (g/planta) em diversas partes da planta de quina, em função dos tratamentos.

Tratamento	Partes da planta				M.S. Total
	Folhas superiores	Folhas inferiores	Caule	Raízes	
Completo	11,28 a	11,65 a	17,39 a	42,61 b	84,12 a
Omissão de N	2,84 d	4,12 cd	4,67 d	11,60 d	23,25 c
Omissão de P	6,96 bc	9,29 ab	14,26 ab	62,46 a	92,98 a
Omissão de K	8,21 ab	9,83 ab	13,12 ab	31,85 c	66,68 b
Omissão de Ca	4,51 cd	3,27 d	7,55 cd	19,35 d	34,69 c
Omissão de Mg	4,87 bcd	7,48 bc	11,18 bc	30,34 c	53,87 b
Omissão de S	5,78 bcd	6,73 bcd	8,29 cd	17,15 d	37,96 c

Valores com letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

M.S = matéria seca.

Nas folhas inferiores e no caule, os tratamentos com omissão de fósforo e de potássio não afetaram o crescimento, quando comparados com o tratamento completo. Por outro lado, a produção de matéria seca das folhas superiores foi afetada pela omissão de nitrogênio, cálcio, magnésio e enxofre. Nas raízes, a exemplo do ocorrido com o peso total da matéria seca, somente a omissão de fósforo não limitou o crescimento das plantas, quando comparado ao tratamento completo. No tratamento completo, a ordem decrescente da produção de matéria seca nos vários órgãos da planta foi raízes > caule > folhas inferiores = folhas superiores.

O nitrogênio foi um dos elementos que mais limitou o crescimento das plantas, resultados também constatados em outras plantas da Amazônia, como o cubiu, fruteira amazônica (Weber et al. 1981), feijão (Frazão, 1985), urucu (Haag et al. 1988), juta (Viégas et al. 1992) e malva (Fasabi, 1996). Justifica-se este efeito, uma vez que o nitrogênio é de fundamental importância para o desenvolvimento das plantas, pois é o constituinte dos aminoácidos e, conseqüentemente, de proteínas. Quando esse elemento é omitido, há alteração no metabolismo dos vegetais, propiciando prejuízos no desenvolvimento das plantas.

Anghinoni & Barber (1980) observaram um aumento no peso de matéria seca da raiz de milho, em função do número de dias em que a planta foi cultivada sem P. As raízes das plantas que ficaram um dia sem P apresentaram produção de matéria seca de 0,27 g/vaso, enquanto que naquelas que permaneceram seis dias sem P o sistema radicular apresentou peso de matéria seca de 0,43 g/vaso. Por outro lado, há uma redução na produção de matéria seca da parte aérea, provocando decréscimo acentuado na relação parte aérea/raízes. Segundo Khamis et al. (1990), esse fato está relacionado com um aumento na partição de carboidratos para a raiz, indicado por um aumento, particularmente no teor de sacarose das raízes de plantas deficientes em fósforo. No caso deste experimento, a redução da relação parte aérea/raízes foi de 0,97 no tratamento completo, para de 0,49 na omissão de P.

A omissão de cálcio também teve efeito na limitação do crescimento das plantas. Segundo Epstein (1975) e Santana et al. (1973), pelo fato do cálcio atuar no metabolismo do nitrogênio, plantas deficientes nesse elemento não são capazes de assimilar nitrato, ocorrendo deste modo, alterações no metabolismo, que prejudicam o crescimento do vegetal.



Fasabi (1996), trabalhando com malva e Matos (1998) com mogno constataram que a omissão de cálcio limitou significativamente o crescimento das plantas.

## **Concentração de nutrientes**

**Nitrogênio** – Os valores das concentrações de nitrogênio nas diversas partes das plantas de quina encontram-se na Tabela 3. As maiores concentrações foram observadas nas folhas inferiores. A variação da concentração de nitrogênio no tratamento completo foi de 6,72 g/kg no caule a 16,45 g/kg nas folhas inferiores, enquanto no tratamento com omissão desse nutriente foi de 5,72 g/kg no caule a 12,54 g/kg nas folhas inferiores. A omissão de nitrogênio reduziu o teor desse nutriente em todas as partes da planta, porém não de modo significativo, com exceção das folhas superiores, que apresentaram concentrações de 9,32 g/kg contra 15,00 g/kg no tratamento completo. Constatou-se que as omissões de fósforo, cálcio e enxofre da solução nutritiva aumentaram os teores de nitrogênio no caule. Os tratamentos deficientes em enxofre e cálcio também aumentaram a concentração de nitrogênio nas folhas superiores e inferiores, respectivamente.

Em plantas deficientes de enxofre, Gilbert (1951) constatou que as concentrações foram mais elevadas de nitrogênio solúvel, compostos de enxofre solúveis e de amida, enquanto que o teor de açúcar foi reduzido. Eaton (1941) constatou alto teor de nitrato em plantas de girassol com deficiência de enxofre e, segundo este autor, foi devido à baixa taxa de atividade de redutase do nitrato, e à incapacidade das plantas em sintetizar proteínas em virtude do teor insuficiente de aminoácidos contendo o enxofre. Neas (1953) também obteve teor elevado de nitrogênio em plantas de fumo quando da omissão do enxofre.

Em plantas de trigo deficientes de cálcio, Paulsen & Harder (1968) constataram elevadas quantidades de nitrito e moderada concentração de nitrato. Weber et al. (1981) observaram também que a omissão de cálcio no caule elevou a concentração de nitrogênio nas folhas de cubiu.

TABELA 3. Concentração de nitrogênio (g/kg) nas folhas superiores e inferiores no caule e nas raízes de plantas de quina, em função dos tratamentos.

Tratamento	Partes da planta			
	Folhas superiores	Folhas inferiores	Caule	Raízes
Completo	15,00 b	16,45 bc	6,72 bc	10,54 ab
Omissão de N	9,32 c	12,54 c	5,72 c	7,77 b
Omissão de P	13,85 b	17,40 abc	9,20 a	7,77 b
Omissão de K	14,25 b	16,95 abc	6,47 bc	11,20 ab
Omissão de Ca	15,27 ab	21,84 a	8,80 a	14,25 a
Omissão de Mg	14,82 b	17,02 abc	7,70 ab	13,97 a
Omissão de S	18,67 a	20,42 ab	8,79 a	14,35 a

Valores com letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Percebe-se, portanto, que os resultados apresentados neste trabalho, com relação ao comportamento da concentração de nitrogênio em função das omissões de enxofre e de cálcio, são concordantes com os obtidos por outros autores.

**Fósforo** – A Tabela 4 contém os valores das concentrações médias de fósforo nas diversas partes das plantas de quina. A concentração de fósforo no tratamento completo variou de 1,12 g/kg nas folhas inferiores a 3,20 g/kg nas raízes, enquanto que, com a omissão desse nutriente, oscilou de 0,35 g/kg no caule a 0,70 g/kg nas folhas superiores. Os teores de fósforos considerados ótimos para o crescimento da planta, segundo Marschner (1986), variavam de 3 a 5 g/kg do peso da matéria seca. Percebe-se, portanto, que somente os valores das concentrações de fósforo nas raízes estão na faixa ótima indicada pelo autor (Tabela 4).



TABELA 4. Concentração de fósforo (g/kg) nas folhas superiores e inferiores, no caule e nas raízes de plantas de quina, em função dos tratamentos.

Tratamento	Partes da planta			
	Folhas superiores	Folhas inferiores	Caule	Raízes
Completo	1,95 b	1,12 c	1,80 ab	3,20 bc
Omissão de N	2,42 ab	1,47 bc	1,72 ab	4,30 a
Omissão de P	0,70 c	0,45 d	0,35 c	0,62 d
Omissão de K	2,35 ab	2,22 a	2,07 a	3,05 bc
Omissão de Ca	2,17 ab	1,85 ab	1,82 a	2,92 c
Omissão de Mg	2,65 a	2,40 a	1,72 ab	3,67 abc
Omissão de S	2,00 b	1,57 bc	1,45 b	3,92 ab

Valores com letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Verifica-se que a omissão de fósforo da solução nutritiva reduziu a concentração desse nutriente em todas as partes da planta de quina, quando comparada ao tratamento completo. As omissões de nitrogênio e cálcio aumentaram a concentração de fósforo nas raízes e folhas inferiores, respectivamente. Aumentos na concentração de fósforo, também foram observados nas folhas inferiores e no caule, quando se omitiu o potássio da solução nutritiva, enquanto que na omissão de magnésio, esse aumento ocorreu nas folhas superiores e inferiores.

Maynard (1970) também observou, em duas variedades de espinafre, o aumento nos teores de fósforo nas plantas com as omissões de potássio e de cálcio, Haag (1965) obteve resultados semelhantes com cana-de-açúcar e Cobra-Neto et al. (1971) encontraram aumentos na concentração de fósforo em plantas de feijão cultivadas com a omissão de nitrogênio.

**Potássio** – Os resultados das concentrações médias de potássio detectadas nas diferentes partes das plantas de quina, em função dos tratamentos, estão contidos na Tabela 5. As concentrações de potássio no tratamento completo variaram de 6,90 g/kg nas raízes a 15,72 g/kg nas folhas superiores, enquanto que nas plantas com a omissão deste nutriente variaram de 0,37 g/kg nas raízes a 3,2 g/kg nas folhas superiores. Ulrich & Ohki (1966) relatam, que os teores de potássio em plantas normais variam na faixa de 7 a 15 g/kg, porém nas muito exigentes, o teor pode ser maior que 15 g/kg. Percebe-se, portanto, que a maioria dos valores de potássio obtidos nesta pesquisa estão na faixa estabelecida pelos pesquisadores, e os teores nas folhas superiores dos tratamentos completo e de omissões de nitrogênio, cálcio e magnésio, também nas folhas inferiores encontram-se acima de 15 g/kg. As maiores concentrações de potássio ocorreram nas folhas superiores, mostrando a alta mobilidade desse nutriente nas plantas.

TABELA 5. Concentração de potássio (g/kg) nas folhas superiores e inferiores, no caule e nas raízes de plantas de quina, em função dos tratamentos.

Tratamento	Partes da planta			
	Folhas superiores	Folhas inferiores	Caule	Raízes
Completo	15,72 b	13,32 ab	6,92 c	6,90 bc
Omissão de N	18,90 ab	14,82 ab	8,82 b	12,65 a
Omissão de P	14,42 b	8,05 c	7,47 bc	9,02 b
Omissão de K	3,20 c	0,57 d	0,40 d	0,37 d
Omissão de Ca	22,40 a	13,97 ab	6,02 c	5,42 c
Omissão de Mg	21,67 a	15,40 a	6,37 c	7,60 bc
Omissão de S	14,32 b	11,77 b	10,97 a	12,00 a

Valores com letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.



A exemplo do fósforo, a omissão de potássio também reduziu os teores desse nutriente em todas as partes da planta, quando comparado ao tratamento completo. As omissões de cálcio e de magnésio promoveram aumentos nos teores de potássio nas folhas superiores, o que era esperado, uma vez que na ausência de cálcio e de magnésio houve menor competição na absorção do potássio. Resultados semelhantes foram obtidos por Fasabi (1996), trabalhando com malva. Também as omissões de nitrogênio e de enxofre aumentaram os teores de potássio no caule e nas raízes, quando comparados ao tratamento completo, enquanto que a omissão de fósforo da solução nutritiva reduziu os teores de potássio nas folhas inferiores (Tabela 5).

Aumentos da concentração de potássio no caule de plantas de cubiu com a omissão de nitrogênio e de magnésio também foram constatados por Weber et al. (1981). Veloso (1993) também relatou aumentos na concentração de potássio no caule de pimenta-do-reino, quando o nitrogênio foi omitido.

**Cálcio** – Na Tabela 6 são apresentados os teores de cálcio nas várias partes da planta em função dos tratamentos, constatando-se que a amplitude máxima no tratamento completo foi de 5,72 g/kg nas folhas inferiores e a mínima de 2,80 g/kg nas raízes. No tratamento com a omissão de cálcio, os teores variaram de 1,97 g/kg nas raízes a 4,80 g/kg nas folhas superiores. Marschner (1986) relatou que a concentração de cálcio nas plantas normais variou de 1 a 5 g/kg. Percebe-se portanto, que todos os teores de cálcio neste trabalho estão dentro da faixa citada por Marschner (1986). As maiores concentrações de cálcio ocorreram nas folhas inferiores, indicando a pequena mobilidade do nutriente nas plantas.

A omissão de cálcio na solução promoveu maior redução do teor desse nutriente somente no caule, quando comparado ao tratamento completo. Nos demais tratamentos, somente a omissão de magnésio reduziu a concentração de cálcio nas folhas superiores, em comparação ao tratamento completo.



TABELA 6. Concentração de cálcio (g/kg) nas folhas superiores e inferiores, no caule e nas raízes de plantas de quina, em função dos tratamentos.

Tratamento	Partes da planta			
	Folhas superiores	Folhas inferiores	Caule	Raízes
Completo	5,55 b	5,72 cd	3,50 c	2,80 bcd
Omissão de N	7,45 a	8,37 b	4,85 b	3,20 bc
Omissão de P	5,70 b	6,42 c	4,55 b	3,07 bc
Omissão de K	5,52 b	6,10 cd	3,10 c	2,37 cd
Omissão de Ca	4,80 b	5,25 d	2,12 d	1,97 d
Omissão de Mg	3,87 c	6,55 c	4,92 b	3,62 b
Omissão de S	6,75 a	9,75 a	6,30 a	5,52 a

Valores com letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Weber et al. (1981) constataram redução da concentração de cálcio nas folhas superiores com a omissão de magnésio. Thomaz et al. (1981) também obtiveram resultados semelhantes trabalhando com espinafre.

O teor de cálcio nas folhas superiores do tratamento completo não diferiu das omissões de fósforo, potássio e cálcio.

A omissão de enxofre da solução nutritiva proporcionou aumentos na concentração de cálcio em todas as partes da planta de quina. A omissão de nitrogênio também aumentou os teores de cálcio nas folhas superiores, inferiores e caule, enquanto as omissões de fósforo e de magnésio os incrementos de cálcio ocorreram somente no caule.

Cibes & Samuels (1957), trabalhando com plantas de fumo, e Veloso (1993), com plantas de pimenta-do-reino, também observaram teores de cálcio mais elevados com a omissão de enxofre.

**Magnésio** – Com relação ao magnésio, os teores mais elevados constatados no tratamento completo ocorreram, nas folhas superiores da ordem de 1,82 g/kg e, os menores, ocorreram nas raízes, da ordem de 1,02 g/kg (Tabela 7). No tratamento com a omissão de magnésio, a variação foi de 0,40 g/kg nas raízes a 0,80 g/kg nas folhas superiores e inferiores. As maiores concentrações de magnésio ocorreram nas folhas superiores, o que mostra a alta mobilidade desse nutriente na planta.

TABELA 7. Concentração de magnésio (g/kg) nas folhas superiores e inferiores no caule e nas raízes de plantas de quina, em função dos tratamentos.

Tratamento	Partes da planta			
	Folhas superiores	Folhas inferiores	Caule	Raízes
Completo	1,82 cd	1,35 b	1,22 a	1,02 b
Omissão de N	2,85 a	2,47 a	1,37 a	1,57 a
Omissão de P	1,57 d	1,57 b	1,30 a	1,10 b
Omissão de K	2,32 b	1,67 b	1,52 a	1,02 b
Omissão de Ca	1,72 cd	1,52 b	1,37 a	1,47 a
Omissão de Mg	0,80 e	0,80 c	0,42 b	0,40 c
Omissão de S	2,00 bc	1,80 b	1,57 a	1,55 a

Valores com letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

A omissão de magnésio reduziu a concentração desse nutriente em todas as partes da planta, quando comparado ao tratamento completo. Resultados semelhantes em plantas típicas da Amazônia foram observados por Weber et al. (1981) em cubiu; Amaral (1983) em seringueira; Viégas et al. (1992) em juta, Veloso (1993) em pimenta-do-reino e Fasabi (1996) em malva.



O aumento dos teores de magnésio nas folhas superiores e inferiores e nas raízes foi observado no tratamento com a omissão de nitrogênio, possivelmente devido à menor competição pelo íon  $\text{NH}_4^+$ . Os teores de magnésio nas folhas superiores também aumentaram quando se omitiu o potássio, como consequência da não competição entre esses nutrientes. O efeito antagônico entre o potássio e o magnésio tem sido constatado por vários pesquisadores, entre os quais Haag (1958, 1965) em cafeeiro e cana-de-açúcar; Malavolta (1963) em cafeeiro; Weber et al. (1981) em cubiu; Veloso (1993) em pimenta-do-reino e Fasabi (1996) em malva.

**Enxofre** – Os resultados dos teores de enxofre nas diversas partes da planta de quina são apresentados na Tabela 8. No tratamento completo, a variação dos teores de enxofre foi de 1,57 g/kg no caule a 2,62 g/kg nas folhas inferiores. No tratamento com a omissão de enxofre, as amplitudes foram menores, sendo 1,02 g/kg nas raízes a 1,97 g/kg nas folhas superiores. As maiores concentrações de enxofre foram observadas nas folhas inferiores, indicando a pouca mobilidade desse nutriente nas plantas. A concentração de enxofre nos tecidos vegetais varia de 2 a 5 g/kg segundo Marschner (1986) e Mengel & Kirkby (1987). Na opinião de Scaife & Turner (1983), a concentração de 2 g/kg de enxofre é, em geral, adequada para a maioria das plantas.

A omissão de enxofre reduziu os teores desse nutriente em todas as partes da planta quando comparado com o tratamento completo. Ocorreu, também, a redução dos teores de enxofre nas folhas superiores com a omissão do potássio, e nas inferiores quando se omitiu da solução nutritiva o magnésio. Cibes & Samuels (1957), trabalhando com fumo e Thomaz et al. (1981) com espinafre, também encontraram teores muito baixos de enxofre nos tratamentos com a omissão de nitrogênio e de enxofre, quando confrontados com o tratamento completo. Por outro lado, Haag (1965) e Thomaz et al. (1981) obtiveram teores elevados de enxofre em folhas de cana-de-açúcar e espinafre, respectivamente, quando foi omitido o potássio, que são discordantes dos obtidos neste trabalho.



TABELA 8. Concentração de enxofre (g/kg) nas folhas superiores e inferiores, no caule e nas raízes de plantas de quina, em função dos tratamentos.

Tratamentos	Partes da Planta			
	Folhas superiores	Folhas inferiores	Caule	Raízes
Completo	2,35 ab	2,62 a	1,57 a	1,62 a
Omissão de N	1,92 bc	1,65 b	1,57 a	1,32 ab
Omissão de P	2,10 abc	2,42 a	1,82 a	1,30 ab
Omissão de K	1,90 c	2,37 a	1,80 a	1,52 a
Omissão de Ca	1,95 bc	2,50 a	1,65 a	1,45 a
Omissão de Mg	2,40 a	2,72 a	1,80 a	1,55 a
Omissão de S	1,32 d	1,97 b	1,05 b	1,02 b

Valores com letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Segundo Malavolta (1984), a absorção de enxofre depende da concentração deste nutriente na solução e, indiretamente, das concentrações dos cátions que o acompanha, obedecendo a ordem crescente  $\text{Ca} > \text{Mg} > \text{Na} > \text{NH}_4 > \text{K}$ .

De acordo com Thomas et al. (1959), há uma relação estrita entre o enxofre e o nitrogênio no metabolismo da planta, pelo fato dos aminoácidos contendo enxofre serem constituintes essenciais das proteínas dos vegetais.

Não ocorreram aumentos significativos nos teores de enxofre nos tratamentos com a omissão de nutrientes em relação ao completo.

## CONCLUSÕES

A produção de matéria seca total é afetada em todos os tratamentos com a omissão de nutrientes. A omissão de fósforo provoca a redução na produção de matéria seca das folhas novas e aumentos nas raízes.

As omissões de macronutrientes, com exceção do fósforo, promove sintomas visuais bem definidos de deficiência.

Com base nas concentrações de macronutrientes nas folhas superiores e nas inferiores do tratamento completo (adequado) e com as omissões (deficiente), se estabelece numa primeira aproximação, os seguintes níveis:

Adequado (g/kg):	Deficiente (g/kg):
N = 15,0 - 16,4	9,3 - 12,5
P = 1,1 - 1,9	0,4 - 0,7
K = 13,3 - 15,7	0,5 - 3,2
Ca = 5,5 - 5,7	4,8 - 5,2
Mg = 1,3 - 1,8	0,8
S = 2,3 - 2,6	1,3 - 1,9

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, W. do. **Deficiências de macronutrientes e de boro em seringueira** (*Hevea brasiliensis* L.). Piracicaba: ESALQ, 1983. 44p. Tese Mestrado.
- ANGHINONI, I.; BARBER, S.A. Phosphorus influx and growth characteristics of corn roots as influenced by phosphorus supply. **Agronomy Journal**. v.72, p.685-688, 1980.
- BOLLE-JONES, E.W. Nutrition of (*Hevea brasiliensis*) II. Effect of nutrient deficiencies on growth, chlorophyll, rubber and contents of Tjirandji seedlings. **Journal of Rubber Research Institute of Malaya**, v.14, p.209, 1954.
- CARVALHO, E.; SOARES, F. de A.J. **Combate ao gafanhoto com uso de plantas inseticidas** (*Quassia amara* L.). Brasília: EMBRATER, 1985. 4p.
- COBRA-NETO, A.; ACCORSI, W.R.; MALAVOLTA, E. Estudos sobre a nutrição mineral do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. var. roxinho). **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, v.28, p.257-274, 1971.
- CIBES, H.; SAMUELS, G. **Mineral deficiency symptoms displayed by tobacco grown in the greenhouse under controled conditions**. Rio Piedras: Agricultural Experiment Station, 1957. 23p.
- EATON, S.V. Influence of S deficiency on metabolism of the sunflower. **Botanical Gazette**, v.102, p.536-556, 1941.
- EPSTEIN, E. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. São Paulo: USP, 1975. 341p.
- FASABI, J.A.V. **Carências de macronutrientes em plantas de malva** (*Urena lobata*), variedade Br - 01. Belém: FCAP, 1996. 90 p. Dissertação de Mestrado.



- FRAZÃO, D.A.C. **Sintomologia das carências de macronutrientes em casa de vegetação e recrutamento de nutrientes pelo freijó (*Cordia goeldiana*, Huber) aos 2, 3, 4 e 8 anos de idade implantado em Latossolo Amarelo distrófico, Belterra, Pará.** Piracicaba: ESALQ, 1985. 194p. Tese de Doutorado.
- GILBERT, F.A. The place of sulfur in plant nutrition. *The Botanical Review*, v.17, n.9, p.671-691, 1951.
- HAAG, H.P. **Efeitos das deficiências e excessos de macronutriente no crescimento e na composição do cafeeiro (*Coffea arabica* L. var. *Bourbon* (B. Rouch) cultivado em solução nutritiva.** Piracicaba: ESALQ, 1958. Tese Mestrado.
- HAAG, H.P. **Estudos de nutrição mineral de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L. var. CB - 76), cultivada em solução nutritiva.** Piracicaba: ESALQ, 1965. Tese doutorado.
- HAAG, H.P.; DECHEN, A.R.; ROSOLEN, D.L. Carência de macronutrientes e de boro em plantas de urucu. *Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"*, Piracicaba, v.45, n.2, p.423-431, 1988.
- KHAMIS, S.; CHAILLOU, S.; LAMAZE, T. CO<sub>2</sub> assimilation and partitioning of carbon in maize plants deprived of orthophosphate. *Journal Experimental Botany*. v.41, p.1619-1625, 1990.
- MALAVOLTA, E. **Cultura e adubação do cafeeiro.** Instituto Brasileiro de Potássio, São Paulo, 1963.
- MALAVOLTA, E. **Potássio, magnésio e enxofre nos solos e culturas brasileiras.** Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1984. 91p. (Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo. Boletim Técnico, 4).

- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas, princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1986. 674p.
- MATOS, A.O. **Sintomas de macro e micronutrientes em plantas de mogno**. 1998. No prelo.
- MAYNARD, D.N. The effects of nutrient stress on the growth and composition of spinach. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.95, n.5, p.598-600, 1970.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. **Principles of plant nutrition**. 4. ed. Worblufen-Bern: International Potash Institute, 1987. 687p.
- NEAS, I. Sulfur nutrition in blue-curred tobacco. **Agronomy Journal**, v.45, n.10, p.472, 1953.
- PAULSEN, G.M.; HARDER, J.E. Evidence for a role of calcium in nitrate assimilation in wheat seedling. **Plant Physiology**, Washington, v.13, p.775-780, 1968.
- ROARK, R.C. Some promissing insecticidal plants. **Economic Botany**. v.1, n.4, p.437-445. 1947.
- SANTANA, C.J.L. de; CABALLA-ROSAND, F.P.C.; MIRANDA, E.R. de. **Requerimentos nutricionais e indicações para a fertilização de seringueira**. Itabuna: CEPLAC, 1973. 15p.
- SCAIFE, A.; TURNER, M. Diagnosing mineral disorders by eye. In: TURNER, M. **Vegetables**. London: Her Majesty's stationery Office, 1983. Cap. 1, p. 7-14. (Diagnosis of Mineral Disorders in Plants, 2).
- SEIFERLE, E.J.; FREAL, D.E.H. Insecticides derived from plants. **Industry of Engeneering Chemistry**, v.40, n.4, p.683-691, 1965.

- THOMAS, M.D.; HENDRICKS, R.H.; HILL, G.R. Sulfur content of vegetation. **Soil Science**, Baltimore, v.70, p.9-17, 1959.
- THOMAZ, M.C.; HAAG, H.P.; OLIVEIRA, G.D.; SARRUGE, J.R. Nutrição mineral de hortaliças: deficiência de macronutrientes e de boro em espinafre (*Tetragonia expansa* Murr). In: HAAG, H.P.; MINAMI, K. **Nutrição mineral em hortaliças**. Campinas: Fundação Cargill, 1981. p.33-82.
- ULRICH, A.; OHKI, K. Potassium. In: CHAPMAN, H.D. ed. **Diagnostic criteria for plants and soils**. Berkeley: University of California. Division of Agricultural Science, 1966. Cap. 24, p. 444-745.
- VELOSO, C.A.C. **Deficiências de macro e micronutrientes e toxidez de alumínio e de manganês na pimenteira do reino** (*Piper nigrum* L.). Piracicaba: ESALQ, 1993. 145p. Tese Doutorado.
- VIÉGAS, I.J.M.; HAAG, H.P.; SILVA, J.F.; MONTEIRO, F.A. **Carências de macronutrientes e de boro em plantas de juta** (*Corchorus capsularis* L.) variedade **Roxa**. Belém: Embrapa - CPATU, 1992. 24p. (Embrapa-CPATU. Boletim de Pesquisa, 138).
- WEBER, H.; SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P.; DECHEN, A.R. Nutrição mineral de hortaliças: XXXVII Deficiências de macronutrientes em cubiu (*Solanum tojiro* Humb. Bonpl.). **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, v. 37, p. 481-506, 1981.





---

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Ministério da Agricultura e do Abastecimento  
Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental  
Trav. Dr. Enéas Pinheiro s/n, Caixa Postal 48,  
Fax (091) 276-9845 CEP 66017-970  
e-mail: [cpatu@cpatu.embrapa.br](mailto:cpatu@cpatu.embrapa.br)

